

Ю.Ф. КУЧЕРЕНКО, канд. техн. наук, ОНИИ ВС, Харьков,
С.Н. АЛЕКСАНДРОВ, канд. техн. наук, ОНИИ ВС, Харьков,
Е.В. ШУБИН, ОНИИ ВС, Харьков

ВЛИЯНИЕ ВИДА ОПЕРАТОРА СКРЕЩИВАНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПОИСКА РЕШЕНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКИМ АЛГОРИТМОМ СИНТЕЗА ТОПОЛОГИИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

В статті наведено порівняльний аналіз впливу однорідного оператора схрещення та оператора схрещення з однією точкою розриву на ефективність пошуку рішення генетичним алгоритмом синтезу топології телекомунікаційної мережі. Отримані аналітичні залежності імовірності виникнення нової комбінації каналів зв'язку для заданого вузла телекомунікаційної системи в результаті застосування однорідного оператора схрещення та оператора схрещення з однією точкою розриву.

In this paper we present the comparative analysis for one-point crossover and uniform crossover in genetic algorithms to identify the best topology of network. Presented Analytical dependences of probability of origin of a new combination of links for the set knot of network as a result of application of one-point crossover and uniform crossover.

В настоящее время мировое сообщество находится в значительной зависимости от качества функционирования телекоммуникационных систем. Выход из строя элементов телекоммуникационной сети (ТКС) может иметь последствия, превосходящие последствия аварий энергосистемы, а в случае, если это системы силовых либо транспортных ведомств, последствия могут носить катастрофический характер. В связи с этим **проблема** создания надежных, экономически эффективных ТКС носит актуальный характер.

Стоимость и структурная надежность ТКС, главным образом, определяются ее топологией. В связи с чем возникает **задача разработки** эффективных методов синтеза топологии ТКС, обеспечивающих оптимум одного из показателей (стоимость, надежность) и учитывающие ограничения по другим.

Задача синтеза топологии ТКС относится к классу задач, в которых зафиксировать вид функциональной зависимости выходных параметров от входных очень сложно, а получить аналитическое описание такой зависимости еще сложнее. Перспективным направлением в решении задач данного класса, является применение методов на основе генетического алгоритма (ГА) [1].

Немаловажную роль на эффективность поиска решения генетическим алгоритмом оказывает вид оператора скрещивания. На настоящее время известны ряд работ [2, 3] в которых проводился анализ влияния вида оператора скрещивания на работу ГА. В данных работах различные виды

операторов скрещивания оценивались по степени их разрушающего воздействия на схемы с различной определяющей длиной. На основании анализа разрушающего воздействия делались выводы об эффективности применения того или иного оператора скрещивания.

В тоже время, анализ применения операторов скрещивания в различных проблемно-ориентированных ГА [4, 5] показывает, что на выбор эффективного оператора скрещивания в значительной степени влияет характер решаемой задачи.

Целью данного исследования является анализ эффективности применения различных операторов скрещивания в ГА с использованием информации о характере решаемой задачи и способе кодирования решений.

Как правило, при решении задач топологического синтеза, наиболее наглядным и компактным способом задания топологии является матрица смежности. В силу того, что отношение смежности в неориентированном графе симметрично, следует симметричность матрицы смежности относительно главной диагонали. Поэтому, чтобы иметь всю информацию о топологии, достаточно задать только верхнюю треугольную матрицу. Развернув все строки такой матрицы в одну, получим бинарную строку, кодирующую топологию (см. рис. 1).

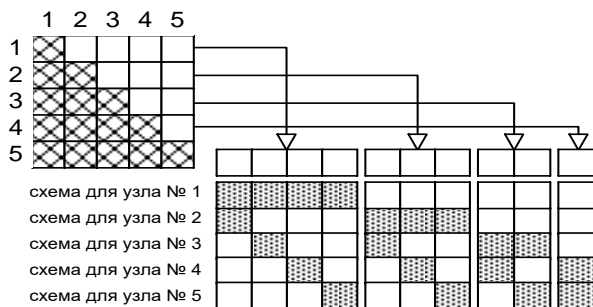


Рис. 1.

Задача синтеза топологии ТКС может быть представлена как задача поиска такой комбинации инцидентных каналов связи для каждого узла ТКС, при которой будет обеспечен оптимум целевой функции при заданных ограничениях (например, на связность и на среднее время задержки пакета). При решении данной задачи методом генетического алгоритма, основным механизмом, обеспечивающим формирование новых сочетаний комбинаций каналов связи инцидентных узлам ТКС, является оператор скрещивания. Располагая информацией о выбранном способе кодирования, можно произвести анализ интенсивности комбинирования каналов для каждого центра коммутации, в зависимости от вида оператора скрещивания. Интенсивность комбинирования каналов связи, для заданного узла, может

быть выражена вероятностью возникновения новой комбинации каналов связи для заданного узла P_c , в результате скрещивания. Данная вероятность, по сути, является вероятностью разрушения схемы кодирующей инцидентность каналов заданному узлу при применении оператора скрещивания. На рис. 1 приведен пример, раскрывающий принцип формирования таких схем для узлов ТКС.

Анализ принципа формирования схем, кодирующих инцидентность каналов связи для заданного узла, позволяет выявить следующую функциональную зависимость между порядковым номером узла i , в матрице смежности, и определяющей длиной схемы l_i , кодирующей инцидентность каналов связи данному узлу:

$$l_i = \begin{cases} \sum_{j=1}^i (N - j) - i + 2, & i \neq j; \\ N - 1, & i = 1, \end{cases}$$

где N - количество узлов в ТКС.

В таком случае, при применении однотоочечного оператора скрещивания, вероятность P_c будет равна вероятности попадания точки разрыва в границы схемы для заданного узла с определяющей длиной l_i :

$$P_{c_i} = \frac{l_i}{L},$$

где L длина бинарной строки кодирующей генотип топологии, и определяется выражением

$$L = \frac{N(N-1)}{2}.$$

Тогда, в случае применения однотоочечного оператора скрещивания

$$P_{c_i} = \frac{2 \cdot l_i}{N \cdot (N-1)} \quad (1).$$

В случае применения однородного оператора скрещивания, вероятность P_c , будет определяться вероятностью, того, что хотя бы в одной позиции, определяющей инцидентность каналов для заданного узла, значение будет изменено

$$P_{c_i} = 1 - 0.5^{N-1} \quad (2).$$

С использованием выражения (1) были получены зависимости значений P_c , для узлов с заданными номерами (согласно соответствующей матрице смежности), от количества узлов в ТКС (см. рис. 2).

Анализ полученных зависимостей показывает, что при применении однотоочечного оператора скрещивания, в ГА синтеза топологии ТКС, поиск комбинации инцидентных каналов для узлов с начальными номерами

происходит значительно медленнее, нежели для узлов с последними номерами. При увеличении размерности сети данная тенденция усиливается. В случае применения однородного оператора скрещивания интенсивность поиска комбинации инцидентных каналов для всех узлов одинакова (2), а ее зависимость от размерности сети незначительна.

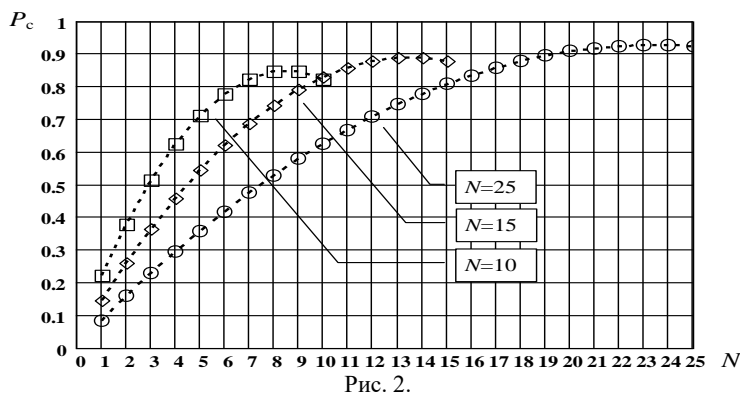


Рис. 2.

Проведенный анализ позволяет сделать **вывод** о том, что при решении задачи синтеза топологии ТКС методом генетического алгоритма однородный оператор скрещивания является более эффективным, нежели одноточечный. Более высокая эффективность однородного оператора скрещивания обусловлена главным образом независимостью его работы от принятого принципа кодирования решения.

Проведенные исследования позволяют сделать предположение, что для определенного вида оператора скрещивания, за исключением однородного, существует свой оптимальный принцип кодирования решений и который определяется характером решаемой задачи.

Список литературы: 1. Вороновский Г.К., Махотило К.В., Петрашев С.Н., Сергеев С.А. Генетические алгоритмы, искусственные нейронные сети и проблемы виртуальной реальности. – Х.: Основа, 1997. – 112 с. 2. De Jon K.A., Spears W.M. A formal analysis of the role of multi-point crossover in genetic algorithms // Annals of Mathematics and Artificial Intelligence. 1992. № 5. P. 1-26. 3. Sastry K. Analysis of Mixing in Genetic Algorithms: A Survey // IlliGAL report № 2002012. – University of Illinois, Urbana-Champaign. 2002. 4. Литвиненко В.И., Фефелов А.А., Ткачук А.А. Генетические алгоритмы в математическом моделировании // Вісник Запорізького державного університету. 2001. № 2. 5. Каширина И.Л. Генетический алгоритм решения квадратичной задачи о назначениях специального вида // Вестник Воронежского государственного университета. 2003. № 1: Серия физика, математика.

Поступила в редколлегию 18.03.05